Archive of SID

دو فصلنامهٔ علمی-پژوهشی تحقیقات ژنتیک و اصلاح گیاهان مرتعی و جنگلی ایران
جلد ۱۸، شمارهٔ ۱، صفحهٔ ٥٤-٤٥ (۱۳۸۹)

بررسی پایداری عملکرد علوفه ۱۸ ژنوتیپ *Agropyron elongatum* با استفاده از مدل AMMI در دو محیط تنش و بدون تنش

محسن فرشادفر*[۱]، فرزاد مرادی[۲]، علی محبی [۳] و هوشمند صفری[٤]

۱*- نویسنده مسئول مکاتبات، دانشیار، دانشگاه پیام نور، کرمانشاه پست الکترونیک: farshadfarmohsen@yahoo.com
۲- کارشناس ارشد، اصلاح نباتات، دانشگاه پیام نور، کرمانشاه
۳- کارشناس ارشد، آموزش و پرورش، کرمانشاه
٤- مربی پژوهش، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی کرمانشاه

تاریخ دریافت: ۸۸/۰۳/۳۱ تاریخ پذیرش: ۸۸/۱۲/۱٦

چکیده

اطلاع در مورد ساختار اثر متقابل ژنوتیپ × محیط در برنامه‌های اصلاحی برای بررسی پایداری و سازگاری ژنوتیپ‌ها بسیار مهم است. این تحقیق از میانگین عملکرد علوفه ۱۸ ژنوتیپ *Agropyron elongatum* در آزمایشی بصورت طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار و دو محیط آبی (بدون تنش) و دیم (تنش) در ایستگاه تحقیقات اسلام‌آباد غرب وابسته به مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان کرمانشاه به مدت سه سال زراعی (۸۳، ۸٤ و ۸٦) اجرا گردید. براساس نتایج تجزیه واریانس اختلاف معنی‌داری ($p< ۰/۰۵$) بین ژنوتیپ‌ها مشاهده شد. اثر متقابل ژنوتیپ × محیط معنی‌دار نشد ولی دو مؤلفه اول اثر متقابل($IPCA_1$ & $IPCA_2$) نسبت به نویز (باقیمانده)، اختلاف بسیار معنی‌داری ($p< ۰/۰۱$) نشان دادند و به‌ترتیب ۵۹/۹۲٪ و ۲۹/۳۸٪ از مجموع مربعات اثر متقابل را توجیه کردند. ژنوتیپ‌های ۱۰ و ۱۵ دارای بیشترین عملکرد علوفه به میزان ٤/٤۹ و ٤/۵۰ تن در هکتار و ژنوتیپ‌های ۱ و ۱٦ دارای کمترین عملکرد علوفه به میزان ۳/٤۹ و ۱٤/۱٤ تن در هکتار بودند. در مدل $AMMI_1$ ژنوتیپ‌ها ی ۲، ۳، ٤، ۵، ٦، ۷، ۸، ۹، ۱۱ و ۱۷ دارای بیشترین پایداری عمومی بودند و در مدل $AMMI_2$ ژنوتیپ‌های ۳، ٦، ۱۱ و ۱۷ بیشترین سازگاری خصوصی را با محیط تنش نشان دادند.

واژه‌های کلیدی: اثر متقابل ژنوتیپ × محیط، آگروپیرون، پایداری، مدل AMMI، تنش.

مقدمه

گونه‌ای از آگروپایرون به نام *Agropyron elongatum* بومی مرغزارهای شور و سواحل دریا در جنوب غرب اروپا و خاورمیانه است که با نام عمومی Wheat grass Tall شناخته می‌شود (حیدری شریف آبادی، ۱۳۸۲). آگروپایرون‌ها گیاهانی دائمی هستند. دارای ساقه‌های عمودی محکم و سبز با طول ۷۵ تا ۱۰۰ سانتی‌متر و برگ‌های سبز یا متمایل به خاکستری می‌باشند (رجبی معماری، ۱۳۷۸). با توجه به طبقه‌بندی‌های انجام شده از نظر ارزش علوفه‌ای و مرتعی (تیپ‌های I ، II و III)، بیشتر گونه‌های جنس آگروپایرون در طبقه I قرار گرفته‌اند و این امر بیانگر اهمیت تغذیه‌ای و اقتصادی این جنس در مراتع کشور می‌باشد (حیدری شریف‌آبادی و دری، ۱۳۸۲). آگروپایرون در دسته گراس‌های فصل خنک

www.SID.ir

Archive of SID

(Cool-season) می‌باشد، زیرا این گراس در فصول خنک سال رشد می‌کند. آگروپیرون براساس نیاز آبی جزء گیاهان نم‌پسند طبقه‌بندی می‌شود (Miller & Chapman, 1978). گونه *A. elongatum* از مهمترین گونه‌های جنس آگروپایرون است. این گیاه مقاومت خوبی به شوری خاک داشته و شرایط نامساعد را بخوبی تحمل کرده و برای احیاء مراتع و تولید علوفه در کشور مناسب می‌باشد (Johnson, 1991; Shannon, 1978). مطالعه و سنجش میزان سازگاری و پایداری عملکرد ارقام در شرایط مختلف محیطی در برنامه‌های اصلاح نباتات از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است (Cooper & Byth, 1996). وجود اثرات متقابل ژنوتیپ × محیط سبب بروز تفاوت‌های قابل ملاحظه بین تظاهر ژنوتیپ‌ها در محیط‌های مختلف می‌شود (Delacy *et al., 1990*) که این مسئله باعث کاهش ارتباط بین تظاهر فنوتیپی و مقادیر ژنوتیپی می‌گردد. عدم انطباق ارزش‌های فنوتیپی و ژنوتیپی سبب شده که اصلاح‌گر در آزمایشات سازگاری ژنوتیپی انتخاب ناقص انجام دهد و قادر نباشد عملکرد را دقیقاً برآورد کرده و بهترین ژنوتیپ پایدار را شناسایی کند (Crossa *et al., 1991*). بنابراین تفسیر اثر متقابل ژنوتیپ‌هایی که در دامنه وسیعی از محیط‌ها آزمایش می‌شوند در اصلاح نباتات بسیار مهم است. از آنجایی که تجزیه و تحلیل روش‌های معمولی مثل استفاده از جدول‌های تجزیه واریانس مرکب فقط اطلاعاتی در مورد اثر متقابل ژنوتیپ و محیط به دست می‌دهد، محققان معیارهای متفاوتی را برای تشخیص پایداری ارقام و معرفی آنها بکار برده‌اند (روستایی و همکاران، ۱۳۸۲). در سال ۱۹۰۱ برای اولین بار توسط پیرسن (Pearson) روش مؤلفه‌های اصلی معرفی شد. مؤلفه‌های اصلی یک مدل ضربی برای تجزیه پراکندگی بین داده‌ها می‌باشند. در سال ۱۹۱۸ روش تجزیه واریانس توسط فیشر کشف گردید. در این روش انحراف هر ژنوتیپ (تفاوت از میانگین کل) و هر محیط محاسبه می‌شود. فیشر و مکنزی (Fisher & Mackenzie, 1923) اولین کسانی بودند که هر دو روش تجزیه واریانس و مؤلفه‌های اصلی را در آزمایش‌های عملکرد ۱۲ رقم سیب‌زمینی در شش محیط با سه تکرار ترکیب کرده و مورد ارزیابی قرار دادند. در سال ۱۹۵۲ توسط ویلیامز (Williams)، پایک (Pike) و سیلوربرگ (Silverberg) روش AMMI معرفی شد و کمپتون (Kempton) در سال ۱۹۸٤ اولین کسی بود که به صورت عملی از روش AMMI در تجزیه داده‌های حاصل از عملکرد استفاده نمود و بعد از آن گاوچ (Gouch)، زوبل (Zobel) و کروسا (Crossa) روش AMMI را به طور مفصل گسترش دادند (فرشادفر، ۱۳۷۷). از روش AMMI برای دو گروه آزمایش ذرت در سال‌های ۱۹۸٤ و ۱۹۸۵ استفاده شد (Cornelius, 1993). کروسا در سال ۱۹۹۰ برای آزمایش‌های ناحیه‌ای، روش AMMI را به‌عنوان ترکیبی از تجزیه واریانس و تجزیه مؤلفه‌های اصلی معرفی نمود و در ردیف قویترین روش‌های تجزیه قرار داد. روش AMMI تعدیل شده برای آزمایش عملکرد ۱۸ ژنوتیپ گندم در ۲۵ مکان استفاده شده است (Crossa *et al.,* 1991). استفاده از مدل AMMI برای تعیین پایداری هیبریدهای ذرت توسط آلبرت (Albert, 2004) و در آفتابگردان توسط شومن (Schoeman, 2003) گزارش شده است. روش اثرات اصلی جمع‌پذیر و اثر متقابل ضرب‌پذیر (AMMI) در واقع ترکیب تجزیه واریانس و تجزیه مؤلفه‌های اصلی می‌باشد (Crossa, 1990)، که در این روش ابتدا با استفاده از تجزیه واریانس معمولی اثرات

www.SID.ir

Archive of SID

اصلی جمع‌پذیر و بعد با استفاده از تجزیه مؤلفه‌های اصلی اثر متقابل ژنوتیپ و محیط را به یک تا N مؤلفه اصلی (PCA) که معروف به اثر متقابل ضرب‌پذیر است مورد تجزیه و تحلیل قرار می‌دهند (Gauch, 1992; Crossa *et al.*, 1991). مدل AMMI سه هدف عمده دارد:

۱- مدل تشخیص: AMMI روش مناسبی برای تجزیه مقدماتی آزمایش‌های عملکرد است، زیرا توسط آن می‌توان بهترین مدل مناسب را برای تجزیه داده‌ها شناسایی نمود.

۲- توضیح اثر متقابل ژنوتیپ و محیط کاربرد دیگر این روش است که با استفاده از آن می‌توان الگوی ارتباط بین ژنوتیپ و محیط را خلاصه نمود.

۳- برآورد عملکرد با دقت بیشتری صورت می‌گیرد. زیرا میزان دقت برآورد با روش AMMI شبیه افزایش تعداد تکرار است. بدین ترتیب از این طریق می‌توان از تکرارهای زیاد صرفه‌جویی کرد و با کاهش تعداد تکرار می‌توان تیمار بیشتری را وارد آزمایش کرد و بازده انتخاب ژنوتیپ‌ها را افزایش داد (Crossa *et al.*, 1991).

گراف‌هایی که پراکندگی ژنوتیپ‌ها و محیط‌ها را بصورت همزمان نشان می‌دهند بای پلات می‌نامند (Gabriel, 1971). بای پلات حاصل از تجزیه AMMI ژنوتیپ‌ها را براساس مقادیر مؤلفه‌های اصلی نشان می‌دهد. در تفسیر بای پلات باید به نکته‌های زیر توجه کرد:

۱- میانگین مورد نظر برای هر ژنوتیپ یا هر محیط در مرکز بای پلات مشخص می‌شود.

۲- فاصله زیاد هر ژنوتیپ یا هر محیط با مرکز بای پلات نشان‌دهندهٔ بزرگ بودن اثر متقابل ژنوتیپ × محیط یا یک ژنوتیپ یا با محیط دیگر است (Kroonenberg, 1995).

هدف از این تحقیق بررسی سازگاری و پایداری عملکرد علوفه ژنوتیپ‌های آگروپیرون مورد بررسی در شرایط تنش و بدون تنش می‌باشد.

مواد و روشها

در این آزمایش عملکرد علوفه ۱۸ ژنوتیپ از گونه *Agropyron elongatum* در قالب طرح آماری بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار و دو محیط آبی (بدون تنش) و دیم (تنش) در ایستگاه تحقیقات اسلام‌آباد غرب وابسته به مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان کرمانشاه به مدت سه سال زراعی (۸۳، ۸٤ و ۸٦) مورد بررسی قرار گرفت. هر کرت آزمایشی دارای ۲ خط با ۲ متر طول در ۵۰ سانتی‌متر عرض می‌باشد. در محیط آبی (بدون تنش) هر هفته یکبار آبیاری انجام گرفته و مبارزه با علف‌های هرز به صورت مکانیکی انجام شد. مشخصات ایستگاه محل آزمایش: طول جغرافیایی: ٤٦°٥٩´، عرض جغرافیایی: ٣٤°٨´ ، ارتفاع از سطح دریا: ۱۲٦۰ متر، متوسط بارندگی سالیانه: ٤۰۰ میلی‌متر، بافت خاک لومی و متوسط دما: ۲۰ درجه سانتی‌گراد می‌باشد. ترکیب سال‌ها (سه سال) و مکان‌ها (محیط تنش و بدون تنش)، شش محیط را تشکیل دادند. مشخصات ژنوتیپ‌ها در جدول ۱ آمده است. لازم به ذکر است که در این آزمایش فقط یکبار عملکرد علوفه برای تمام ژنوتیپ‌ها پس از اندازه‌گیری صفاتی مانند ارتفاع بوته، طول خوشه، طول برگ پرچم، طول میانگره، تعداد پنجه، عرض برگ و تعدادی صفات دیگر، اندازه‌گیری شده است و ممکن است عملکرد در هکتار از

www.SID.ir

Archive of SID

حالت عادی که تا چند چین در سال برداشت می‌شود، کمتر باشد (اطلاعات حاصل از این صفات در اینجا استفاده نشده است).

مدل تجزیه AMMI: $Y_{ger} = \mu + \alpha_g + \beta_e + \Sigma_n \lambda_n \alpha_{gn} \gamma_{en} + \rho_{ge} + \varepsilon_{ger}$

در این مدل Y_{ger} عملکرد ژنوتیپ gام در محیط eام و تکرار rام، μ میانگین کل، α_g اثر اصلی ژنوتیپ (اختلاف میانگین یک ژنوتیپ از میانگین ژنوتیپ‌ها) و β_e اثر اصلی محیط (اختلاف میانگین یک محیط از میانگین محیط‌ها) می‌باشد. λ_n یک مقدار منفرد برای محور مؤلفه اصلی nام که برابر با مقدار ویژه مربوط به همان مؤلفه اصلی است. n تعداد محورهای PCA باقیمانده در مدل AMMI می‌باشد. α_{gn} بردار ویژه ژنوتیپ gام از n مؤلفه اصلی اثر متقابل (IPCA) و γ_{en} بردار ویژه محیط eام از n مؤلفه اصلی اثر متقابل، ρ_{ge} مربوط به باقیمانده و ε_{ger} مربوط به خطا (در صورتی که آزمایش تکرار داشته باشد) می‌باشد (Gauch, 1992; Cornelius, 1993; Farshadfar & Sutka, 2003). برای تعیین پایداری ژنوتیپ‌ها از مؤلفه‌های اصلی اول و دوم و برای ارتباط دادن ژنوتیپ‌های مختلف به محیط‌های متفاوت از نمودارهای بای پلات استفاده شد (Gabriel, 1971). محاسبات آماری با استفاده از نرم‌افزارهای آماری SPSS و Excel و برای تجزیه AMMI از نرم‌افزار IRISTAT استفاده شد.

نتایج

نتایج حاصل از تجزیه واریانس عملکرد علوفه با استفاده از روش AMMI در جدول ۲ آمده است. بین محیط‌ها و ژنوتیپ‌ها اثرات معنی‌داری در سطح احتمال ۱٪ ($p< ۰/۰۱$) و ۵٪ ($p< ۰/۰۵$) مشاهده شد. اثر متقابل ژنوتیپ × محیط معنی‌دار نشد اما اثر مؤلفه اصلی اول ($IPCA_1$) و اثر مؤلفه اصلی دوم ($IPCA_2$) در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار شد. محیط، ژنوتیپ و اثر متقابل ژنوتیپ × محیط به‌ترتیب ۵۳/۸۸، ٤/۳٤ و ۸/۸۱ درصد از کل مجموع مربعات را توجیه نمودند. اثر متقابل حدوداً دو برابر اثر ژنوتیپ بود که اهمیت نسبی اثر متقابل را نشان داد. به منظور تجزیه اثر متقابل ژنوتیپ × محیط، تجزیه به مؤلفه‌های اصلی روی ماتریس باقیمانده انجام شد که دو مؤلفه اصلی اول معنی‌دار شدند ($p< ۰/۰۱$). اولین مؤلفه اصلی ۵۹/۹۲ درصد و دومین مؤلفه اصلی ۲۹/۳۸ درصد از مجموع مربعات اثر متقابل را توجیه کردند و مؤلفه اصلی باقیمانده در مدل AMMI تنها ۱۰/٦۹ درصد از مجموع مربعات اثر متقابل را توجیه می‌کند. بنابراین مدل AMMI با دو مؤلفه اصلی اول و دوم حدود ۸۹/۳۰ درصد از تغییرات اثر متقابل را توجیه کرد (جدول ۲). جدول ۳ مقایسه میانگین بین ژنوتیپ‌ها را براساس عملکرد علوفه نشان می‌دهد. ژنوتیپ‌های ۱۵ و ۱۰ به‌ترتیب بیشترین عملکرد علوفه را به میزان ٤/۵۰ و ٤/٤۹ تن در هکتار و ژنوتیپ‌های ۱٦ و ۱ به‌ترتیب با ۳/۱٤ و ۳/٤۹ تن در هکتار کمترین عملکرد علوفه را به خود اختصاص دادند. در بای پلات شکل ۱ محور افقی نمایانگر اثرات اصلی جمع‌پذیر یا میانگین عملکرد علوفه بر حسب تن در هکتار و محور عمودی اثر متقابل ضرب‌پذیر یا مقادیر اولین مؤلفه اصلی ($IPCA_1$) برای ژنوتیپ‌ها و محیط‌ها بطور جداگانه می‌باشد (مدل $AMMI_1$). ژنوتیپ‌های۲، ۳، ٤، ۵، ٦، ۷، ۸، ۹، ۱۱ و ۱۷ تقریباً در مرکز بای پلات قرار دارند (شکل ۱).

www.SID.ir

Archive of SID

ژنوتیپ‌های ۱، ۱۶، ۱۳، ۱۵ و ۱۸ و نیز محیط‌های دیم ۸۳ و ۸۶ و آبی ۸۶ بیشترین فاصله را از مرکز بای پلات دارا بودند و همچنین دارای اثر متقابل بزرگ و بیشترین تاثیر در ایجاد اثر متقابل داشتند (شکل ۱). محیط‌های آبی نسبت به دیم از نظر میانگین عملکرد علوفه بالاتر هستند. معمولا" در بای پلات‌ها به منظور تشخیص بهتر از دو نوع ویژگی استفاده می‌شود و چون ژنوتیپ‌ها در ارتباط با محیط‌ها مورد ارزیابی قرار می‌گیرند، لذا محیط‌ها به صورت بردار و ژنوتیپ‌ها به صورت علامت مربع براساس مقادیر مؤلفه اصلی اول و دوم (مدل $AMMI_2$) نقطه‌یابی شده‌اند (شکل ۲). نتایج نشان دادند که ژنوتیپ‌های ۶، ۱۰، ۱۱، ۳ و ۱۷ در محل تلاقی محورهای محیطی تمرکز دارند، به طوری که محیط‌های آبی با هم و محیط‌های دیم با یکدیگر تمرکز محیطی نشان دادند (شکل ۲).

جدول ۱- مشخصات ژنوتیپ‌های آگروپیرون (*Agropyron elongatum*) مورد مطالعه

شماره ژنوتیپ	منطقه محل جمع‌آوری	
	شهرستان	بخش
۱	اسلام‌آباد	مرکزی
۲	اسلام‌آباد	شیان
۳	اسلام‌آباد	حسن آباد
٤	اسلام‌آباد	حومه جنوبی
٥	اسلام‌آباد	حمیل
٦	اسلام‌آباد	میله سر
۷	جوانرود	مرکزی
۸	روانسر	مرکزی
۹	روانسر	شاهو
۱۰	سنقر	مرکزی
۱۱	صحنه	مرکزی
۱۲	صحنه	دینور
۱۳	کرمانشاه	مرکزی
۱٤	کرمانشاه	فیروزآباد
۱٥	کرمانشاه	ماهیدشت
۱٦	کرمانشاه	کوزران
۱۷	هرسین	حومه
۱۸	هرسین	بیستون

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۲- تجزیه واریانس صفت عملکرد علوفه با مدل AMMI

منابع تغییر	درجه آزادی	مجموع مربعات	مجموع مربعات(٪)	میانگین مربعات
محیط	۵	٤۱۰/٤۰۸	۵۳/۸۸a	۸۲/۰۸۲**
ژنوتیپ	۱۷	۳۳/۰۸٦	٤/۳٤a	۱/۹٤٦*
محیط × ژنوتیپ	۸۵	٦۷/۱۰۹	۸/۸۱a	۰/۷۹۰ns
خطا	۲۱٦	۲۵۱/۰۸۱	۳۲/۹٦a	۱/۱٦۲
IPCA1	۲۱	٤۰/۲۱۵	۵۹/۹۲b	۱/۹۱۵**
IPCA2	۱۹	۱۹/۷۲۰	۲۹/۳۸b	۱/۰۳۸**
باقیمانده	٤۵	۷/۱۷٤	۱۰/٦۹b	۰/۱۵۹
کل	۳۲۳	۷٦۱/٦۸۲	–	–

**، * و ns: به‌ترتیب معنی‌دار در سطح ۱٪، ۵٪ و غیر معنی‌دار

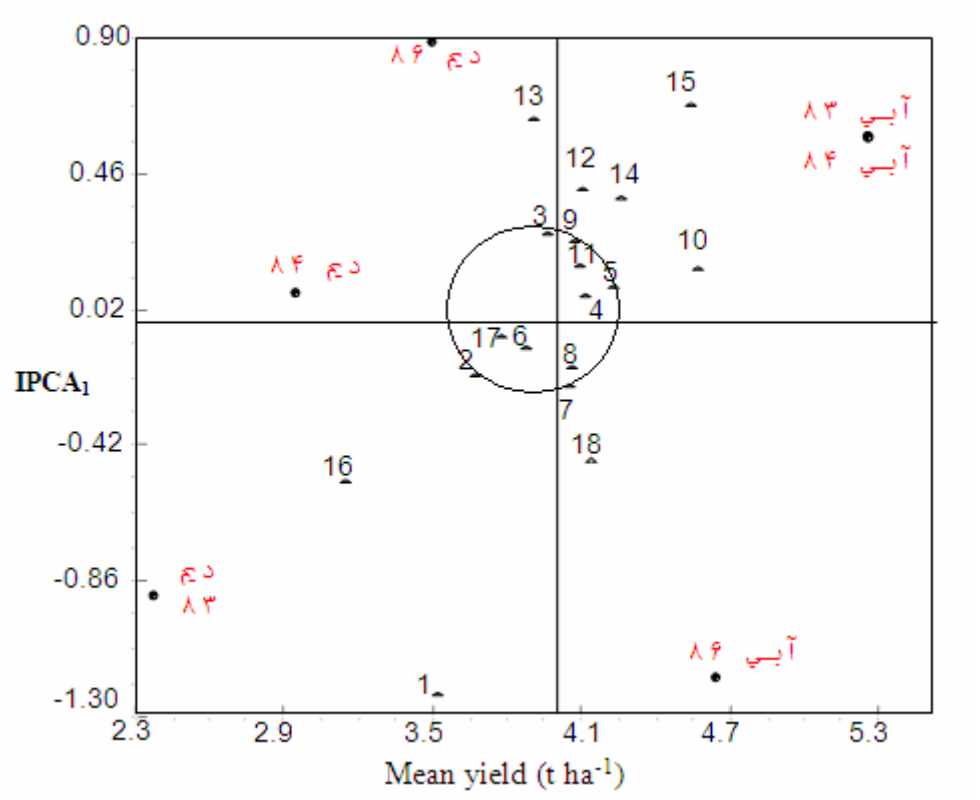
A و b: به‌ترتیب سهم از SS کل و سهم از SS اثر متقابل

جدول ۳- مقایسه میانگین صفت عملکرد علوفه با روش دانکن در سطح احتمال ۵٪

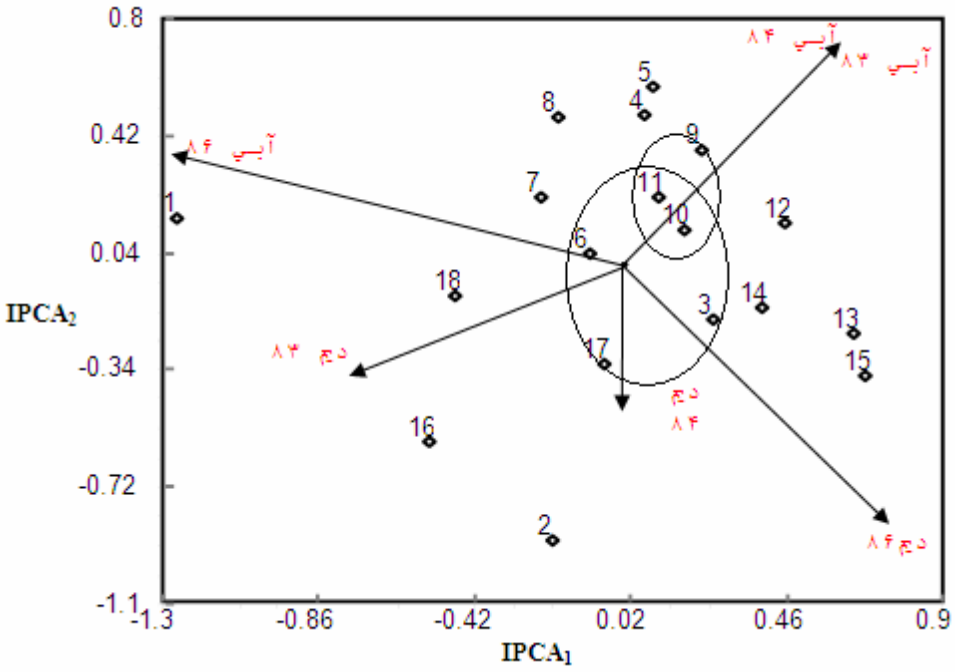
ژنوتیپ	IPCA2	IPCA1	عملکرد (تن در هکتار)
۱	۰/۱۵٤	-۱/۲۵۹	۳/٤۹ bc
۲	-۰/۸۹٦	-۰/۲۰۳	۳/٦٦ abc
۳	-۰/۱۷۷	۰/۲۵۲	۳/۹۸ ab
٤	۰/٤۸۳	۰/۰٦۱	٤/۱۲ ab
۵	۰/۵۸۰	۰/۰۸۰	٤/۲۵ ab
٦	۰/۰۳۵	-۰/۰۹۸	۳/۸۹ abc
۷	۰/۲۱۸	-۰/۲۳۲	٤/۰۵ ab
۸	۰/٤۷٦	-۰/۱۸۵	٤/۰۳ ab
۹	۰/۳۷٦	۰/۲۲۳	٤/۰۵ ab
۱۰	۰/۱۱۲	۰/۱٦۹	٤/٤۹ a
۱۱	۰/۲۱٦	۰/۱۰۰	٤/۱۲ ab
۱۲	۰/۱۳۵	۰/٤۵۳	٤/۱۲ ab
۱۳	۰/۲۲۱	۰/٦٤٦	۳/۹۳ abc
۱٤	-۰/۱٤۰	۰/۳۹۰	٤/۲٤ ab
۱۵	-۰/۳۵۹	۰/٦۸۲	٤/۵۰ a
۱٦	-۰/۵۷۱	-۰/۵٤۸	۳/۱٤c
۱۷	-۰/۳۱۸	-۰/۰۵۸	۳/۷۹ abc
۱۸	-۰/۱۰۲	-۰/٤۷۸	٤/۱٤ ab
مقادیر ویژه	۲/۵٦۳	۳/٦٦۱	–
درصد از واریانس	۲۹/۳۸	۵۹/۹۲	–
درصد از واریانس تجمعی	۸۹/۳۰	۵۹/۹۲	–

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۱- بای پلات میانگین ژنوتیپ‌ها و محیط‌ها و مقادیر اولین مؤلفه اصلی آنها (مدل $AMMI_1$)



شکل ۲- بای پلات براساس مقادیر مؤلفه‌های اصلی اول و دوم ژنوتیپ‌ها و محیط‌ها (مدل $AMMI_2$)

www.SID.ir

Archive of SID

بحث

معنی‌دار شدن اثر محیط بیشتر ناشی از وجود دو شرایط تنش و بدون تنش بود. زیرا اختلاف پتانسیل آب در دو شرایط باعث تفاوت در عملکرد ژنوتیپ‌ها شده است که با توجه به شکل ۱ می‌توان تفاوت در میانگین عملکرد ژنوتیپ‌ها را در محیط تنش و بدون تنش مشاهده کرد. وجود اثر متقابل ژنوتیپ × محیط موجب می‌شود که عملکرد ژنوتیپ‌ها در دامنه وسیعی از شرایط محیطی مورد ارزیابی قرار گیرند تا اطلاعات حاصل بتواند کارآیی مربوط به گزینش برای معرفی آنها را افزایش دهد. در آزمایش انجام شده اثر متقابل ژنوتیپ در محیط معنی‌دار نشد و ممکن است در ساختار داده‌ها بین ژنوتیپ‌ها تنوع به نوعی باشد که همپوشانی ایجاد شود که مقدار واریانس نسبت به خطا کم شود و این امر سبب معنی‌دار نشدن شود، در حالی‌که تنوع واقعا" وجود دارد، بنابراین بهتر است در صورت معنی‌دار نشدن، مقایسه میانگین نیز انجام شود تا در صورت وجود تنوع بتوان آن را مشخص نمود (Cochran & Cox, 1957). بنابراین تنوع ضرب‌پذیر معنی‌دار براساس این دو مؤلفه در ساختار اثر متقابل مشاهده شد. با توجه به جدول ۳ مشاهده می‌شود که ژنوتیپ‌های ۱۰ و ۱۵ دارای بیشترین عملکرد علوفه به میزان ٤/٤٩ و ٤/٥٠ تن در هکتار و ژنوتیپ‌های ۱ و ١٦ دارای کمترین عملکرد علوفه به میزان ٣/٦٦ و ٣/١٤ تن در هکتار می‌باشند و مدل $AMMI_1$و $AMMI_2$ این موضوع را تأیید می‌کند و مشاهده می‌شود که ژنوتیپ‌های موجود در شرایط بدون تنش (آبی) نسبت به محیط تنش (دیم) از لحاظ میانگین عملکرد در وضعیت بهتری قرار دارند که این نشان از تنوع بین ژنوتیپ‌های آگروپیرون مورد بررسی می‌باشد. رحمانی و همکاران در سال ۱۳۸۵ تنوع معنی‌داری را بین ۱۸ اکوتیپ *Agropyron cristatum* از لحاظ عملکرد و کیفیت علوفه گزارش نمودند. با توجه به شکل ۱ می‌توان گفت که ژنوتیپ‌های ۲، ۳، ٤، ٥، ٦، ٧، ٨، ٩، ١٠، ١١ و ١٧ تقریبا" در مرکز بای پلات قرار دارند و دارای اثر متقابل کمتر با مؤلفه اول و بیشترین سازگاری عمومی هستند و این سازگاری و انتخاب ژنوتیپ‌های برتر را با توجه به معنی‌دار بودن اثر ژنوتیپ و محیط در سطح احتمال ۱ و ۵ درصد و وجود تنوع کافی مشاهده می‌شود. رافضی و همکاران (۱۳۸۷) با بررسی ۱۷ ژنوتیپ *Agropyron elongatum* تنوع ژنتیکی لازم را براساس خصوصیات مورفولوژیکی، سیتوژنتیکی، شیمیایی و الکتروفورز پروتین‌های ذخیره‌ای برگ گزارش کردند. براساس مدل $AMMI_2$ ژنوتیپ‌های ۹، ۱۰ و ۱۱ سازگاری خصوصی بیشتری با محیط آبی نشان دادند و ژنوتیپ‌های ۱۳، ١٦، ۱۷ و ۱۸ بیشتر مناسب شرایط تنش هستند تا شرایط بدون تنش (شکل ۲). در آزمایشی که توسط کایا و همکاران (Kaya *et al*., 2002) انجام شد، بیست رقم گندم نان در شش محیط با استفاده از روش AMMI بررسی شدند و بهترین مدل پیش‌بینی، مدل $AMMI_2$ معرفی شد. تای و بیجیگا (Taye & Bejiga, 2000) برای تعیین سازگاری و پایداری عملکرد ٣٦ ژنوتیپ نخود زراعی، از مدل AMMI استفاده نمودند و این روش را مدل مناسبی برای تجزیه پایداری معرفی کردند.

به طور کلی از این تحقیق می‌توان نتیجه گرفت که روش AMMI، با توجه به این که با دو مؤلفه اصلی اول و دوم ۸۹/۳۰ درصد از تغییرات اثر متقابل ژنوتیپ × محیط را توجیه می‌کند، روش مناسبی برای تجزیه پایداری ژنوتیپ‌ها بوده است. در مدل $AMMI_1$ که ۵۹/۹۲ درصد از تغییرات اثر متقابل را توجیه می‌کند ژنوتیپ‌ها ی ۲، ۳، ٤، ٥، ٦، ٧، ٨، ٩، ۱۱ و ۱۷ پایدار شناخته شدند. در مدل $AMMI_2$ ژنوتیپ‌های ٦، ١٠، ١١، ٣ و ١٧ به عنوان پایدارترین ژنوتیپ‌ها معرفی شدند و برای هر دو شرایط تنش و بدون تنش ژنوتیپ‌های

www.SID.ir

Archive of SID

۳، ٦، ۱۱ و ۱۷ معرفی می‌شوند. به طور کلی استفاده هم‌زمان از دو مؤلفه اصلی با توجه به اینکه اطلاعات کامل‌تری را در بر دارد، مفیدتر است.

منابع مورد استفاده

- حیدری شریف‌آبادی، ج.، و دری، م. ع.، ۱۳۸۲. نباتات علوفه‌ای جلد دوم. مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع، ۳۱۳ صفحه.
- رافضی، ع.، فرشادفر، م.، و فرشادفر.، ع.، ۱۳۸۷. کاربرد نشانگرهای بیوشیمیایی (پروتئین‌ها) در مطالعه تنوع درون گونه‌ای در هفده جمعیت از *Agropyron elongatum* تحقیقات ژنتیک و اصلاح گیاهان مرتعی و جنگلی ایران. ١٦: ٢٥٣-٢٤٧.
- رجبی معماری، ح.، ۱۳۷۸. بررسی تنوع ژنتیکی ژنوتیپ‌های آگروپایرون با استفاده از روش‌های ژنتیکی، سیتوژنتیکی و تجزیه شیمیایی. پایان‌نامه کارشناسی ارشد اصلاح نباتات دانشکده کشاورزی دانشگاه رازی. ۱۹۵ صفحه.
- رحمانی، ا.، جعفری، ع. ا.، و ترکمان، م .، ۱۳۸۵. بررسی عملکرد و کیفیت علوفه ۱۸ اکوتیپ *Agropyron cristatum* به منظور اصلاح مراتع و تولید چراگاه، تحقیقات مرتع و بیابان ایران. ۱۳: ۵۳-٦۱.
- روستایی، م.، صادق‌زاده اهری، د.، حسامی، ع.، سلیمانی، ک.، پاشاپور، ه.، نادر محمودی، ک.، پورسیاه بیدی، م.م.، مسعود احمدی، م.، حسنپور حسنی، م.، و عابدی اصل، ع.، ۱۳۸۲. بررسی سازگاری و پایداری عملکرد دانه ژنوتیپ‌های گندم نان در مناطق سردسیر و معتدل دیم. مجله نهال و بذر ۱۹: (۲) ۲۸۰-۲٦۳.
- فرشادفر، ع.، ۱۳۷۷. کاربرد ژنتیک کمی در اصلاح نباتات. انتشارات دانشگاه رازی، ۵۲۸ صفحه.
- Albert, M.J., 2004. A comparison of statistical methods to describe genotype × environment interaction and yield stability in multi-location maize trials. M.Sc. Thesis. Department of Plant Science, The University of the Free State, Bloemfontein.
- Cochran, W.G. and Cox, G.M., 1957. Experimental Designs, 2nd Ed, Wiley. Newyork.
- Cooper, M. and Byth, D. E., 1996. Understanding plant adaptation to achieve systematic applied crop improvement: A fundamental challenge. Pp. 5- 53. In: Cooper, M., and Hammer, G.L., (eds.). Plant Adaptation and crop Improvement Walling Ford. UK. 238 p.
- Cornelius, P.L., 1993. Statistical tests and retention of terms in the additive main effects and multiplicative interaction model for cultivar trials. Crop Science, 33: 1186-1193.
- Crossa, J., 1990. Statistical analyses of multilocation trials. Advances in Agronomy, 44: 55-85.
- Crossa, J., Fox, P.N., Pfeiffer, W.H., Rajaram, S. and Gauch, H.G., 1991. AMMI adjustments for statistical analysis. theory applied genetics, 81: 27-37.
- Delacy, I.H., Eisemann, R.L. and Cooper, M., 1990. The importance of genotype by environment interaction in regional variety trials, Pp. 287-300 In: kang. M.S., (ed.). Genotype by Environment Interaction and plant Breeding Baton Rouge. Louisiana state university, USA.333 p.
- Farshadfar, E. and sutka, J., 2003. Locating QTLS controlling adaptation in wheat using AMMI Model. Cereal Reserch Communications. Vol. 31 Nos. 3-4.
- Gabriel, K.R., 1971. The biplot graphic display of matrices with application to principal component analysis. Biometrika, 58: 453-467. In Kroonenberg, P. M., 1995. Introduction to biplots for GXE tables. Center for statistics the University of Queensland. Researches Report, 51.
- Gauch, H.G., 1992. Statistical analysis of regional trials. AMMI analysis of factorial designs. Elsevier Pub. Amesterdam, Netherlands.
- Johnson, R.C., 1991. Salinity resistance, water relations, and salt content of crested and tall wheatgrass accessions. Crop Science, 31:730-734.
- Kaya, Y., Palta, C. and Taner, S., 2002**.** Additive main effect and multiplicative interactions analysis of yield performances in bread wheat genotypes across invironments. Turk. Journal of Agricultural and Forestry, 26: 275-279.
- Kroonenberg, P.M., 1995**.** Interaction to biplots for G.E tables. Department of Mathematics Research Report. No. 51, University of Queensland Australia.
- Miller, T.R. and chapman, S.R., 1978. Germination response of three forage grasses to different concentrations of 6 salts. Journal of Range Management, 31: 123-124.
- Schoeman, L.J., 2003. Genotype × environment interaction in sunflower (*Helianthus annuus*) in south Africa. M. Sc. Thesis, Department of Agronomy, University of the Free state, Bloemfontein.
- Shannon, M.C., 1978. Testing salt tolerance variability among tall wheatgrass lines. Agronomy Journal, 65: 26-30.
- Taye, G.G.T. and Beijga, G.G., 2000. AMMI adjustment for yield estimate and classification on genotype and environment in field pea. journal genetics breeding. 54: 183-191.

www.SID.ir

Archive of SID

Investigation of yield stability of 18 *Agropyron elongatum* genotypes, in stress and non-stress environments, using AMMI model

M. Farshadfar[*1], F. Moradi[2], A. Mohebbi[3] and H. Safari[4]

1*– Corresponding author, Payam Noor University. Kermanshah, I.R.Iran
Email: farshadfarmohsen@yahoo.com
2- M.Sc., Payam Noor University. Kermanshah, I.R.Iran
3– M.Sc., Teaching and Training Office, Kermanshah, I.R.Iran
4- M.Sc., Agriculture and Natural Resources Research Center, Kermanshah, I.R.Iran

Received: 21.06.2009 Accepted: 07.03.2010

Abstract

Understanding genotype * environment interaction structure for investigating genotypes stability and adaptation is very important in plant breeding programs. Study was carried out on 18 genotypes of *Agropyron elongatum* performance based on randomized complete block design with three replications during three years (2004, 2005 and 2007) at two environments, dry(stress) and irrigated environments (non-stress). The experiment was conducted at Islam Abade Gharb Research station, Kermanshah, Iran. Results of analysis of variance showed significant differences ($p<0.05$) between the studied genotypes. Genotype × environment interaction was not significant but the first and second components of interaction ($IPCA_1$ & $IPCA_2$) were highly significant ($p<0.01$) and justified 59.92% and 29.38% of the G×E interaction SS, respectively. Mean comparison for forage yield revealed that the genotypes 10 and 15 had the highest (4.49 and 4.50 t ha^{-1}, respectively) and genotypes 1 and 16 had the least (3.14 and 3.49 t ha^{-1}, respectively) forage yields. $AMMI_1$ model showed that genotypes 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 11 and 17 had the highest general stability and $AMMI_2$ model showed genotypes 3, 6, 11 and 17 had the highest specific adaptation to the stress environment.

Key words: Genotype × environment interaction, *Agropyron elongatum*, Stability, AMMI model, Stress.

www.SID.ir